

**METODE ACCELERATED SHELF LIFE TEST (ASLT) DENGAN PENDEKATAN
ARRHENIUS DALAM PENDUGAAN UMUR SIMPAN SARI BUAH NANAS,
PEPAYA DAN CEMPEDAK**

***Accelerated Shelf Life Test (ASLT) Method With Arrhenius Approach for Shelf Life
Estimation of Pineapple, Papaya And Cempedak Juices***

Abdullah Bin Arif

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Jl Tentara Pelajar 12 Bogor 16114, Indonesia
Telp. (0251) 8321762 Fax. (0251) 8350920
E-mail: ab.arif.pascapanen@gmail.com

(Makalah diterima, 16 maret 2016– Disetujui, 07 Desember 2016)

ABSTRAK

Buah nanas, pepaya dan cempedak merupakan komoditas hortikultura merupakan produk yang mudah rusak dan membutuhkan tempat yang luas serta kecenderungan dikonsumsi dalam bentuk segar. Oleh karena itu berdasarkan hal tersebut dibutuhkan teknologi untuk pengolahan buah nanas dan cempedak, salah satu teknologi pengolahannya yaitu teknologi sari buah. Untuk menjamin bahwa sari buah masih layak dikonsumsi dan belum mengalami kerusakan diperlukan informasi tentang umur simpan. Metode pendugaan umur simpan yang digunakan yaitu ASLT (*Accelerated Shelf Life Test*). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian pada bulan September 2012 – Januari 2013. Hasil penelitian menunjukkan bahwa reaksi kinetika penurunan mutu vitamin C pada sari buah nanas dan nanas-cempedak mengikuti reaksi ordo satu. Dugaan umur simpan dengan kisaran suhu penyimpanan antara 30°C hingga -5°C menunjukkan sari buah nanas-cempedak menghasilkan umur simpan yang lebih lama dibandingkan umur simpan sari buah nanas dan nanas-pepaya. Umur simpan sari buah nanas-cempedak pada suhu -5 °C selama 197,85 hari. Umur simpan sari buah nanas-pepaya pada suhu -5 °C selama 172,39 hari. Umur simpan sari buah nanas pada suhu -5 °C selama 156,85 hari.

Kata kunci: Sari buah, umur simpan, metode ASLT

ABSTRACT

Pineapple, papaya and cempedak are horticultural commodities that are perishable, require large space, and are usually consumed in fresh form. Based on that, technologies are required for processing them, and one alternative is juice technology. To ensure that the juice is still suitable for consumption and unspoiled, information on shelf life is necessary. Method of estimating shelf life used is ASLT (*Accelerated Shelf Life Test*). This research was conducted at the Laboratory of The Indonesian Center for Postharvest Agricultural Research and Development between September 2012 – January 2013. Results showed that kinetics reaction in the deterioration of vitamin C in pineapple and pineapple-Cempedak juice followed order one reaction. At storage temperature ranging between 30 °C to -5 °C pineapple-cempedak juice showed a shelf life longer than the shelf life of pineapple and pineapple-papaya juices. The estimated shelf life of pineapple-cempedak juice at a temperature of -5 °C was 197.85 days. Shelf life of pineapple-papaya juice at a temperature of -5 °C was 172.39 days. Shelf life of pineapple juice at a temperature of -5 °C was 156.85 days.

Key words: Fruit juices, shelf life, ASLT method

PENDAHULUAN

Produksi nanas di Indonesia pada tahun 2014 tercatat 1.835.483 ton, pepaya 840.112 ton, cempedak dan nangka 644.291 ton (Kementan, 2016). Umur simpan buah nanas sangat singkat dan buah mulai rusak setelah 5 hari penyimpanan pada suhu ruang (Sabari *et al.*, 2006). Umur simpan buah nanas dapat diperpanjang hingga 20 hari dengan menambahkan asam salisilat 5 mM dalam 1% alkohol dan 0,01% Tween 20 pada suhu penyimpanan 10°C, RH 90% (Lu *et al.*, 2011). Buah pepaya juga mudah rusak setelah 3-4 hari penyimpanan pada suhu ruang. Buah cempedak kalah populer dibandingkan dengan buah nangka, namun cempedak mempunyai keistimewaan. Rasa buah cempedak sangat manis dan legit, aromanya sangat wangi dan khas. Hasil penelitian Leong dan Sui (2002) menunjukkan buah cempedak mengandung antioksidan $126 \pm 19,1$ mg/100 g.

Cara yang dapat dilakukan untuk memperpanjang daya simpan buah nanas, pepaya, dan cempedak adalah mengolahnya menjadi berbagai macam produk olahan, diantaranya sari buah (Suyanti, 2010; Arif *et al.*, 2014). Untuk menjamin sari buah masih layak dikonsumsi dan belum mengalami kerusakan diperlukan informasi tentang masa simpan (Corradini and Peleg, 2007; Faridah *et al.*, 2013). Koswara dan Kusnandar (2004) menyatakan bahwa umur simpan produk pangan adalah pada selang waktu antara saat produksi hingga konsumsi, dimana produk berada dalam kondisi memuaskan untuk sifat penampakan, rasa, aroma, tekstur, dan gizi. Herawati (2008) juga menyatakan bahwa umur simpan adalah periode waktu bagi produk yang secara sensorik dan nutrisi masih bisa diterima dan aman dikonsumsi. Studi umur simpan sangat penting, terutama bagi produk pangan yang cepat dan mudah rusak.

Umur simpan produk pangan dapat diduga dengan dua metode, yaitu *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT). ESS disebut metode konvensional penentuan kadaluarsa dengan cara menyimpan suatu seri produk pada kondisi normal, kemudian diamati perubahan mutu dan umur simpannya. Metode ini memerlukan waktu yang sangat lama. Metode ASLT adalah penentuan umur simpan produk dengan cara mempercepat perubahan mutu pada parameter kritis. Metode ini menggunakan kondisi lingkungan yang dapat mempercepat reaksi penurunan mutu produk pangan. Produk pangan disimpan pada kondisi suhu ekstrim, sehingga parameter kritisnya mengalami penurunan mutu akibat pengaruh panas. Pada metode ini kondisi penyimpanan diatur di luar kondisi normal sehingga produk dapat lebih cepat rusak dan penentuan umur simpan dapat ditentukan (Arpah dan Syarif, 2000). Dengan metode ini, penyimpanan produk menggunakan tiga suhu yang mampu memprediksi umur simpan pada

suhu penyimpanan yang diinginkan (Hough *et al.*, 2006; Dattatreya *et al.*, 2007; Gimenes *et al.*, 2007; Arif *et al.*, 2013).

Umur simpan produk dapat diduga dengan berbagai cara, diantaranya menggunakan kinetika seperti model paruh waktu dan model Arrhenius (Dermensonloulou *et al.*, 2008). Metode ASLT menerapkan kinetika reaksi dengan bantuan persamaan Arrhenius. Model Arrhenius mempunyai beberapa asumsi, antara lain: (a) perubahan faktor mutu hanya ditentukan oleh satu macam pereaksi, (b) tidak ada faktor lain yang mengakibatkan perubahan mutu, (c) proses perubahan mutu dianggap bukan merupakan akibat dari proses-proses sebelumnya, dan (d) suhu penyimpanan dianggap tetap.

Penelitian ini bertujuan untuk menduga daya simpan produk sari buah nanas, pepaya, dan cempedak pada berbagai suhu penyimpanan melalui pendekatan kinetika perubahan mutu terhadap parameter kritis vitamin C.

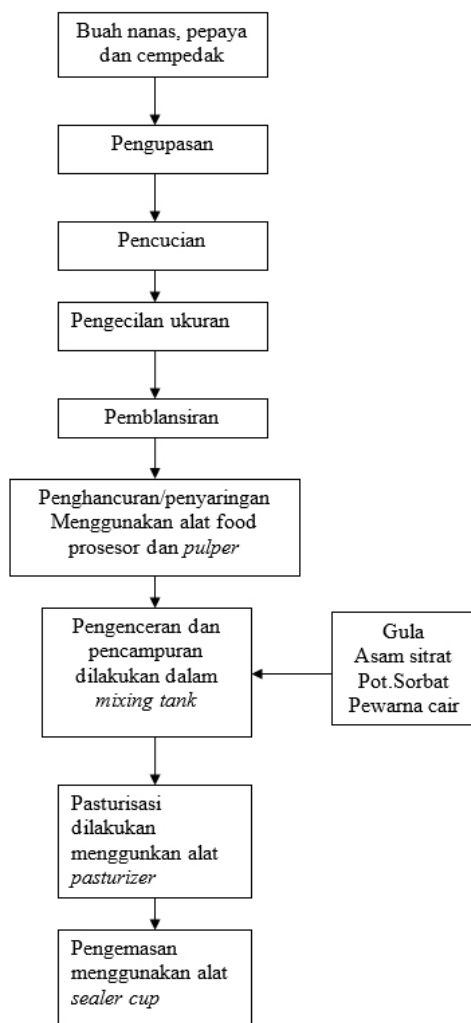
BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor pada bulan September 2012 hingga Januari 2013. Bahan yang digunakan adalah buah nanas, pepaya, dan cempedak. Tahap pembuatan sari buah disajikan pada Gambar 1.

Proses pembuatan sari buah dari nanas, pepaya, dan cempedak adalah sebagai berikut:

- Buah nanas, pepaya, dan cempedak dipilih yang matang penuh dan tidak mengalami kerusakan mekanis maupun mikrobiologis.
- Buah dikupas dan diambil daging buahnya, kemudian diblansing dengan cara dikukus selama 10 menit.
- Buah dihancurkan menjadi bubur buah. Sari buah campuran (nanas, nanas-pepaya dan nanas-cempedak) menggunakan perbandingan bubur buah 1:1 dan pengenceran 1 bagian bubur buah dan 4 bagian air. Gula ditambahkan ke dalam sari buah sebanyak 125 g/l, asam sitrat 1 g/l, dan potasium sorbat 400 ppm
- Pencampuran sari buah, gula, asam sitrat, dan potasium sorbat menggunakan *mixing tank* yang dilengkapi dengan pengaduk.
- Sari buah selanjutnya dipasturisasi menggunakan *pasturizer* kemudian dikemas pada botol plastik. Sukasih *et al.* (2009), Sukasih dan Setyadjit (2006) menyatakan bahwa pasturisasi bertujuan untuk menekan aktivitas atau membunuh mikroba (bakteri, kapang, dan khamir).

Ada tiga jenis produk sari buah yang diduga umur simpannya, yaitu sari buah nanas, sari buah nanas-pepaya, dan sari buah nanas-cempedak. Setiap produk sari buah



Gambar 1. Diagram alir pembuatan sari buah

diproduksi sebanyak 180 botol, dimana setiap botol berisi 100 ml sari buah. Penyimpanan dilakukan pada tiga suhu, yakni 15, 30, dan 45°C. Terdapat 60 botol sari buah untuk masing-masing suhu penyimpanan. Pengamatan selama penyimpanan dilakukan pada awal penyimpanan atau hari ke-0 dan kemudian dengan selang waktu 2 hari berturut-turut selama 2 bulan. Setiap pengamatan dilakukan pada dua botol (2 ulangan) per masing-masing sari buah dan suhu penyimpanan. Pengamatan dilakukan terhadap parameter kritis kandungan vitamin C dengan metode titrasi.

Pendugaan umur simpan jus/sari buah didekati dengan tiga faktor, yakni kandungan mikroba, vitamin C, dan sensori, dimana dapat dipilih salah satu dari ketiga faktor tersebut (Leizerson and Shimoni, 2005). Vitamin C merupakan salah satu komponen penting dalam produk minuman. Vitamin C sangat mudah mengalami kerusakan selama prosesing dan penyimpanan sehingga sesuai dijadikan sebagai parameter yang kritis (Derossi *et al.*, 2010). Data vitamin C yang diperoleh dianalisis menggunakan metode ASLT untuk pendugaan umur simpan sari buah nanas, nanas-pepaya, dan nanas-cempedak.

Pendugaan Umur Simpan

Batas mutu minimum adalah nilai mutu dimana produk mulai ditolak oleh konsumen (Hough *et al.*, 2006). Langkah-langkah pendugaan umur simpan dengan metode ASLT sebagai berikut:

- Data hasil analisa produk terhadap waktu diplotkan dan dihitung persamaan regresi liniernya. Kemudian diperoleh tiga persamaan regresi untuk tiga kondisi suhu penyimpanan produk dengan menggunakan $Y = a + bx$, dimana Y = nilai karakteristik sari buah, X = lama penyimpanan (hari), a = nilai karakteristik sari buah pada awal penyimpanan, b = laju perubahan nilai karakteristik (nilai b sama dengan nilai k).
- Dari masing-masing persamaan tersebut diperoleh nilai *slope* (b) yang merupakan konstanta laju reaksi perubahan karakteristik produk atau laju penurunan mutu (k).
- Untuk menentukan ordo reaksi yang digunakan dibuat grafik ordonol yaitu hubungan antara nilai k dengan lama penyimpanan dan ordo satu yaitu hubungan antara $\ln k$ dengan lama penyimpanan.

Dari kedua persamaan tersebut dipilih ordoreaksi yang mempunyai nilai R² (determinasi) terbesar (Goncalves *et al.*, 2011).

Penurunan mutu ordo nol adalah merupakan penurunan mutu yang konstan yang dinyatakan sebagai persamaan sebagai berikut.

$$A_t - A_o = -kt \quad \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

A_t = Jumlah A pada waktu t

A_o = Jumlah awal A

K = laju perubahan mutu

t = waktu simpan

Plot hubungan antara penurunan mutu dengan waktu penyimpanan pada reaksi ordo 0 dapat dilihat pada Gambar 2.

Sedangkan penurunan mutu ordo satu dinyatakan sebagai persamaan sebagai berikut.

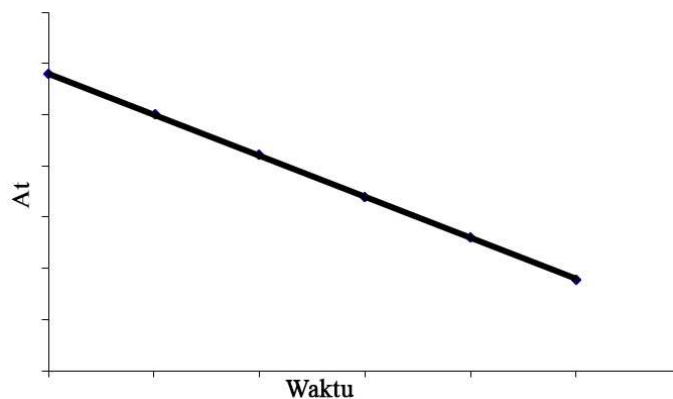
$$\ln A_t - \ln A_o = -kt \quad \dots\dots\dots(2)$$

Plot hubungan antara penurunan mutu dengan waktu penyimpanan pada reaksi ordo satu dapat dilihat pada Gambar 3.

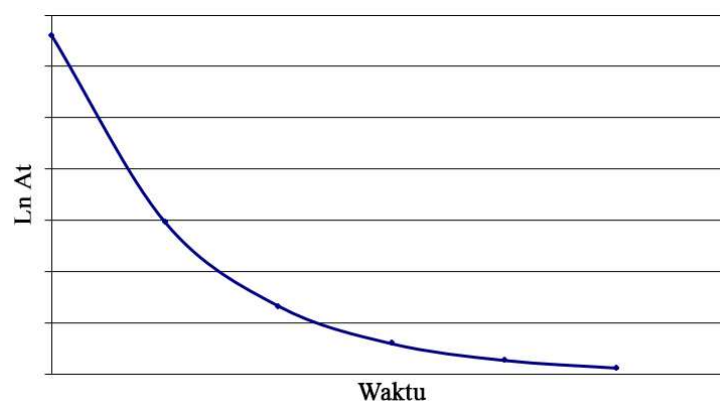
- d. Untuk pendekatan Arrhenius, nilai k diplotkan terhadap $1/T$ (K^{-1}) dan $\ln k$ didapatkan nilai intersep dan slope dari persamaan regresi linier $\ln k = \ln k_0 - (E/R) (1/T)$, dimana $\ln k_0$ = intersep, E/R = slope, E = energi aktivasi dan R = konstanta gas ideal = 1, 986 kal/mol °K. Selanjutnya nilai $\ln k$ pada masing-

masing suhu penyimpanan tersebut diplot dengan $1/T$ seperti yang terlihat pada Gambar 4.

- e. Dari persamaan pada tahapan sebelumnya diperoleh nilai konstanta k_0 yang merupakan faktor pare eksponensial dan nilai energi aktivasi reaksi perubahan karakteristik sari buah ($E_a = E$). Dan kemudian ditentukan model persamaan laju reaksi (k) perubahan karakteristik sari buah dengan $k = k_0 \cdot e^{-E/RT}$ dengan T adalah suhu penyimpanan.
- f. Dengan persamaan Arrhenius dapat dihitung nilai konstanta Arrhenius (k) pada suhu (T) penyimpanan yang ditentukan.
- g. Penentuan parameter kunci dengan melihat parameter yang mempunyai energi aktivasi rendah.
- h. Umur simpan sari buah diduga dengan menghitung selisih skor awal produk dan skor pada saat produk tidak disukai dibagi dengan laju penurunan mutu (k) pada suhu penyimpanan dugaan distribusi yang dinyatakan melalui persamaan sebagai berikut:
 $t_s = [\ln(N_0 - N_t)]/K_T$ untuk laju reaksi ordo satu(4)
 $t_s = (N_0 - N_t)/K_T$ untuk laju reaksi ordo nol(5)
 dimana :
 t_s = Waktu penyimpanan
 N_0 = Nilai parameter mutu pada t_0 (awal penyimpanan)



Gambar 2. Hubungan antara mutu dan waktu penyimpanan pada reaksi ordo nol



Gambar 3. Hubungan antara mutu dan waktu pada reaksi ordo satu

N_t = Nilai parameter mutu setelah waktu penyimpanan t (batas kritis)

K_T = Nilai K pada suhu penyimpanan T

- i. Langkah terakhir adalah menetapkan suhu yang ingin diketahui umur simpannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Titik Kritis

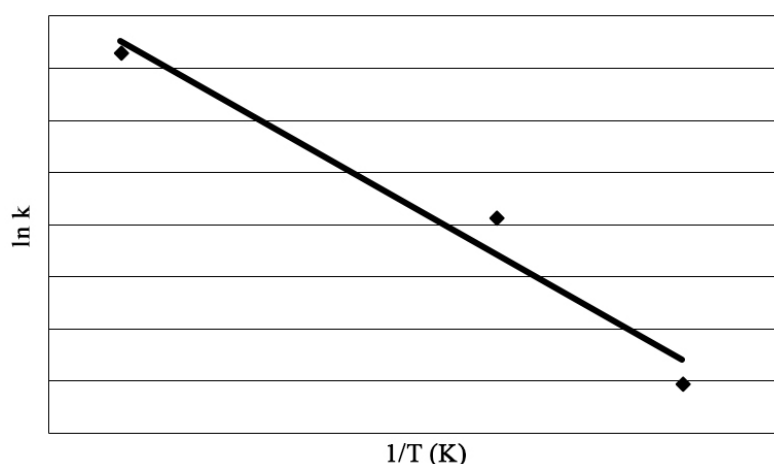
Kadar awal vitamin C sari buah nanas, nanas-pepaya, dan nanas-cempedak berturut-turut 14,97 mg; 17,97 mg, dan 23,22 mg/100 g (Tabel 1). Angka ini tidak jauh berbeda dengan kadar sari buah nanas yang diperoleh Murdianto dan Syahrumsyah (2011), yaitu 15-16 mg/100 g. Kadar vitamin C sari buah nanas-cempedak pada penelitian ini hampir sama dengan kadar vitamin C sari buah nanas-cempedak yang diteliti Arif *et al.* (2014), yaitu 23,16 mg/100 g. FDA (2008) melaporkan bahwa nilai kritis vitamin C adalah 10,9 mg/100g. Penentuan batas kritis vitamin C juga dapat dihitung dari separuh nilai awal vitamin C (Laorko *et al.*, 2013; Zheng and Lu, 2011).

Pendugaan umur simpan jus/sari buah dapat didekati dengan tiga faktor, yakni kandungan mikroba, vitamin C, dan sensori (Leizerson and Shimon, 2005). Penetapan parameter kritis yang digunakan dalam pendugaan umur

simpan adalah spesifik untuk masing-masing produk. Pada produk sari buah nanas, nanas-pepaya dan nanas-cempedak, parameter mutu kritis vitamin C digunakan sebagai pendekatan dalam pendugaan umur simpan. Vitamin C merupakan kandungan gizi yang dianggap penting dalam sari buah dan paling cepat mengalami kerusakan selama penyimpanan. Safaryani *et al.* (2007) menyatakan bahwa vitamin C juga mudah teroksidasi jika terkena udara dan dipercepat oleh panas, sinar, alkali, enzim oksidator, katalis tembaga (Cu) dan besi (Fe). Rachmawati *et al.* (2009) menambahkan bahwa proses oksidasi akan terhambat bila vitamin C berada dalam keadaan sangat asam atau pada suhu rendah

Penetapan Ordo Reaksi

Kecepatan perubahan mutu setiap parameter sari buah nanas, nanas-pepaya, dan nanas-cempedak berbeda-beda. Jika laju kerusakan terjadi secara konstan atau linier maka mengikuti ordo reaksi nol. Namun jika laju kerusakan terjadi secara tidak konstan, secara logaritmik atau eksponensial, maka mengikuti ordo reaksi satu. Penetapan ordo reaksi merupakan cara untuk memprediksi penurunan mutu dalam pendugaan umur simpan. Dalam reaksi-reaksi kinetika, penurunan mutu bahan pangan mengikuti ordo nol dan ordo satu. Ordo nol dapat dideteksi dengan membuat plot antara nilai vitamin C sebagai sumbu Y dan lama penyimpanan sebagai sumbu X. Ordo satu dapat dideteksi dengan



Gambar 4. Hubungan antara $\ln k$ dengan $1/T$ pada persamaan Arrhenius

Tabel 1. Nilai awal vitamin C sari buah nanas, nanas-pepaya dan nanas-cempedak

Sari buah	Vitamin C (mg/100 g)
Nanas	14,97
Nanas-pepaya	17,97
Nanas-cempedak	23,22

membuat plot antara nilai \ln vitamin C sebagai sumbu Y dan lama penyimpanan sebagai sumbu X. Pemilihan ordo reaksi dapat dilihat dengan cara memplotkan data penurunan mutu mengikuti ordo nol dan ordo satu, lalu dibuat persamaan regresi liniernya. Ordo reaksi dengan nilai R^2 yang lebih besar merupakan ordo reaksi yang digunakan (Arif *et al.*, 2014).

Nilai determinasi (R^2) penurunan kandungan vitamin C pada ordo reaksi satu lebih tinggi daripada ordo reaksi nol (Tabel 2). Nilai determinasi (R^2) ordo satu pada sari buah nanas berkisar antara 69,4-75,4, pada sari buah nanas-pepaya 72,8-79,1 dan pada sari buah nanas-cempedak 71,8-80,0 (Tabel 2). Dengan demikian dapat diketahui reaksi kinetika penurunan mutu vitamin C selama penyimpanan pada produk sari buah nanas, nanas-pepaya, dan nanas-cempedak tersebut mengikuti pola ordo reaksi satu. Semakin tinggi nilai determinasi, semakin akurat hasil analisis data tersebut. Penurunan kandungan vitamin C pada produk pangan cenderung mengikuti pola ordo satu (Polydera *et al.*, 2003; Herawati, 2008; Arif *et al.*, 2014).

Nilai slope negatif menunjukkan penurunan kandungan vitamin C pada sari buah nanas, nanas-pepaya, dan nanas-cempedak (Tabel 2). Nilai gradien atau slope (k) menyatakan hubungan antara nilai penurunan mutu dengan lama penyimpanan. Nilai slope yang negatif menunjukkan penurunan kandungan vitamin C pada sari buah nanas dan nanas cempedak (Tabel 2). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Setyadjit *et al.* (2011), yaitu terjadinya penurunan kandungan vitamin C pada sari kristal rambutan selama penyimpanan. Penyebabnya adalah karena vitamin C sangat sensitif terhadap pemanasan, bahkan pemanasan yang tergolong ringan (sedikit di atas suhu kamar). Vitamin C juga mudah teroksidasi, terutama bila terlarut dalam suatu zat pelarut.

Pendugaan Umur Simpan

Apabila nilai gradien di \ln (natural log)-kan dan diplotkan dengan $1/T$ (satuan derajat Kelvin) atau satu per suhu mutlak maka diperoleh persamaan Arrhenius seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. Dengan perhitungan kemiringan persamaan regresi antara nilai \ln vitamin C dan waktu pengujian pada tiga tingkat suhu, didapat nilai k atau konstanta penurunan mutu produk seperti pada Tabel 3. Secara garis besar nilai konstanta kecepatan reaksi penurunan mutu (K) pada masing-masing suhu penyimpanan dapat diduga dengan persamaan Arrhenius yang diperoleh.

Dengan memplotkan kebalikan suhu mutlak ($1/T$) terhadap $\ln k$, maka diperoleh grafik seperti terlihat pada Gambar 5. Sebagai contoh, persamaan Arrhenius (Tabel 3 dan Gambar 5) pada sari buah nanas adalah $\ln K = -3,796 - 150(1/T)$, maka umur simpan produk jika disimpan pada suhu 5°C atau 278°K akan menghasilkan nilai $\ln k = -4,33557$ atau $k = 0,01309$. Artinya akan terjadi penurunan kandungan vitamin C sebesar 0,01309 unit per hari. Dengan demikian, total unit mutu sampai kadaluwarsa dapat dihitung dengan mengurangkan nilai mutu awal vitamin C atau 14,97 dengan nilai batas kritis yaitu 7,485 (setengah dari nilai vitamin C awal) dan menghasilkan nilai 7,485 unit mutu. Perkiraan umur simpan (t_s) sari buah nanas pada suhu penyimpanan 5°C dapat dihitung dengan persamaan $t_s = [\ln(\text{No}-\text{Nt})]/KT$ yaitu 153,72 hari.

Sari buah nanas-pepaya mempunyai persamaan Arrhenius $\ln K = -3,719 - 180(1/T)$ (Tabel 3 dan Gambar 5). Untuk menduga umur simpan apabila produk disimpan pada suhu 5°C atau 278°K akan menghasilkan nilai $\ln k = -4,44348$ atau $k = 0,011755$, artinya akan terjadi penurunan kandungan vitamin C sebesar 0,012185 unit per hari. Maka total unit mutu sampai kadaluwarsa

Tabel 2. Nilai slope, intersep dan determinasi pada reaksi ordo 0 dan ordo 1 penurunan vitamin C sari buah nanas, nanas-pepaya dan nanas-cempedak selama penyimpanan

Sari buah	Suhu Penyimpanan ($^\circ\text{C}$)	Ordo 0			Ordo 1		
		Kemiringan (<i>Slope</i>) (k)	Intersep	Determinasi (R^2)	Kemiringan (<i>Slope</i>) (k)	Intersep	Determinasi (R^2)
Nanas	15	-0,235	14,7	69,6	-0,0214	2,73	75,4
	30	-0,234	14,5	69,2	-0,0217	2,71	74,2
	45	-0,232	14,3	64,2	-0,0222	2,69	69,4
Nanas – pepaya	15	-0,239	16,7	71,9	-0,0219	2,79	72,8
	30	-0,227	16,2	70,7	-0,0225	2,74	73,2
	45	-0,195	15,7	74,1	-0,0233	2,72	79,1
Nanas – cempedak	15	-0,237	17,7	70,9	-0,0234	2,87	73,1
	30	-0,228	17,3	69,7	-0,0232	2,86	71,8
	45	-0,205	16,4	77,1	-0,0239	2,81	80,2

adalah separuh dari kadar vitamin C awal yaitu 8,985 unit mutu. Perkiraan umur simpan (ts) sari buah nanas-pepaya pada suhu penyimpanan 5°C dapat dihitung dengan persamaan $ts = [\ln(N_0 - N_t)]/KT$ yaitu 168,50 hari.

Sari buah nanas-cempedak mempunyai persamaan Arrhenius $\ln K = -3,729 - 170(1/T)$ (Tabel 3 dan Gambar 5). Untuk menduga umur simpan apabila produk disimpan pada suhu 5°C atau 278°K akan menghasilkan nilai $\ln k = -4,40751$ atau $k = 0,012185$, artinya akan terjadi penurunan kandungan vitamin C sebesar 0,012185 unit per hari. Maka total unit mutu sampai kadaluwarsa adalah separuh dari kadar vitamin C awal yaitu 11,61 unit mutu. Perkiraan umur simpan (ts) sari buah nanas-cempedak pada suhu penyimpanan 5°C dapat dihitung dengan persamaan $ts = [\ln(N_0 - N_t)]/KT$ yaitu 193,13 hari.

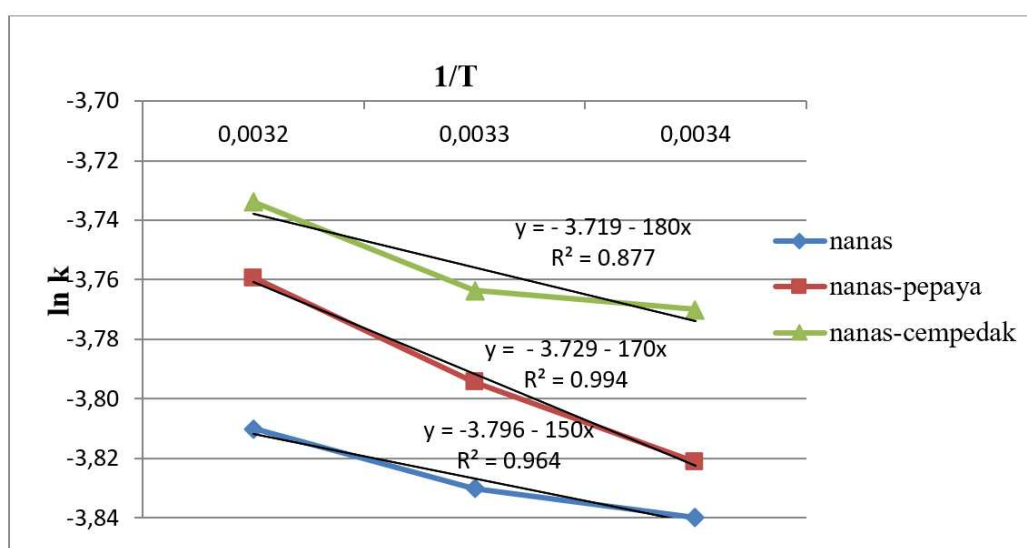
Dari hasil pendugaan umur simpan menggunakan metode ASLT dapat dinyatakan bahwa umur simpan sari buah nanas-cempedak cenderung lebih lama dibandingkan dengan sari buah lainnya. Hasil pendugaan umur simpan sari buah nanas, nanas-pepaya, dan nanas-cempedak dengan beberapa suhu penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 4.

Hubungan Antara Suhu dan Umur Simpan

Suhu penyimpanan berhubungan dengan umur simpan. Suhu berpengaruh terhadap kecepatan kerusakan atau penurunan kandungan vitamin C. Hal ini dapat dilihat pada nilai k (Tabel 3), makin tinggi suhu penyimpanan makin besar kecepatan kerusakan/penurunan mutu (k),

Tabel 3. Persamaan Arrhenius penurunan mutu vitamin C beberapa produk sari buah pada berbagai suhu penyimpanan

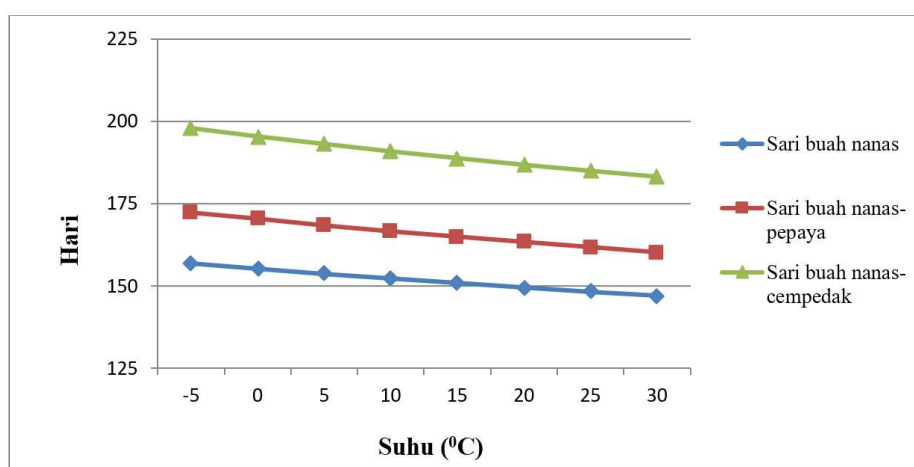
Sari buah	T (°C)	K	ln k	T (°K)	1/T (°K)	Persamaan linier Ln K vs 1/T(°K)	Persamaan Arrhenius Ln K = Ln K ₀ - E _a /R (1/T)
Nanas	15	0,0214	-3,84	288	0,0034	$Y = -3,796 - 150 x$ $R^2 = 0,964$	$\ln K = -3,796 - 150 (1/T)$
	30	0,0217	-3,83	303	0,0033		
	45	0,0222	-3,81	318	0,0032		
Nanas pepaya	15	0,0219	-3,82	288	0,0034	$Y = -3,729 - 170 x$ $R^2 = 0,994$	$\ln K = -3,729 - 170 (1/T)$
	30	0,0225	-3,79	303	0,0033		
	45	0,0233	-3,76	318	0,0032		
Nanas Cempedak	15	0,0234	-3,77	288	0,0034	$Y = -3,719 - 180 x$ $R^2 = 0,877$	$\ln K = -3,719 - 180 (1/T)$
	30	0,0232	-3,76	303	0,0033		
	45	0,0239	-3,73	318	0,0032		



Gambar 5. Grafik hubungan ln k vitamin C dengan suhu (1/T) sari buah nanas

Tabel 4. Pendugaan umur simpan beberapa produk sari buah pada reaksi ordo 1 dengan pendekatan parameter kritis vitamin C pada beberapa suhu penyimpanan

Suhu Pendugaan (°C)	Umur Simpan (hari)		
	sari buah nanas	sari buah nanas-pepaya	sari buah nanas-cempedak
-5	156,85	172,39	197,85
0	155,25	170,39	195,43
5	153,72	168,50	193,13
10	152,27	166,69	190,93
15	150,87	164,96	188,83
20	149,53	163,31	186,83
25	148,26	161,73	184,91
30	147,03	160,21	183,08



Gambar 6. Hubungan antara suhu penyimpanan dan dugaan umur simpan sari buah nanas, nanas-pepaya dan nanas-cempedak berdasarkan pendekatan penurunan kandungan vitamin C

akibatnya umur simpan (ts) makin pendek. Faktor lain yang dapat mempengaruhi dugaan umur simpan adalah nilai mutu awal. Nilai mutu awal yang tinggi bisa menghasilkan umur simpan yang panjang. Hubungan antara suhu penyimpanan dan dugaan umur simpan beberapa produk sari buah berdasarkan pendekatan penurunan kandungan vitamin C dapat dilihat pada Gambar 6.

Pada suhu penyimpanan antara 30°C sampai -5°C, umur simpan sari buah nanas-cempedak lebih lama dibandingkan dengan sari buah nanas dan sari buah nanas-pepaya. Umur simpan sari buah nanas-cempedak pada suhu -5°C rata-rata 198 hari, sari buah nanas-pepaya 172 hari, dan sari buah nanas 157 hari

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Suyanti Bsc, Dr. Setyadjit, dan Prof. Dr. Nur Richana yang telah banyak memberikan ide dan saran pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Arif, A.B., Setyadjit, I.B. Jamal., H. Herawati dan Suyanti. 2014. Pengaruh penambahan sari cempedak terhadap umur simpan dan nutrisi sari buah nanas. Jurnal Pascapanen 11(1): 30-38.

KESIMPULAN

Pendugaan umur simpan sari buah nanas dan nanas-cempedak dengan metode ASLT dapat menggunakan pendekatan reaksi penurunan mutu vitamin C sebagai parameter kritis. Reaksi kinetika penurunan mutu vitamin C pada sari buah nanas, nanas-pepaya, dan nanas-cempedak mengikuti reaksi ordo satu. Umur simpan sari buah nanas dan nanas-cempedak menggunakan metode ASLT melalui pendekatan terhadap parameter kritis vitamin C berbeda untuk masing-masing produk.

- Arif, S., S. Wijana dan A.F. Mulyadi. 2013. Pendugaan umur simpan minuman sari buah sirsak (*Annona muricata*. L) berdasarkan parameter kerusakan fisik dan kimia dengan metode accelerated shelf life testing (ASLT). *Jurnal Industria* 4(2): 89-96.
- Arpah, M dan R. Syarif. 2000. Evaluasi model-model pendugaan umur simpan pangan dari difusi hukum Frick Unidireksional. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan* 16: 15-21.
- Corradini, M.G. and M. Peleg. 2007. Shelf life estimation from accelerated storage data. *Trends in Food Science and Technology* 18: 37-47.
- Dattatreya, A., Erzel, M.R., and S.A. Rankin. 2007. Kinetic of browning during accelerated storage of sweet whey powder and prediction of its shelf life. *International Dairy Journal* 17(2):177-182.
- Dermensonloulou, E.K., S. Pougouri and P.S. Taoukis. 2008. Kinetic study of effect of the osmotic dehydration pre-treatment to the shelf life of frozen cucumber. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 9: 542-549.
- Derossi, A., T.D. Pilli and A.G. Fiore. 2010. Vitamin C Kinetic Degradation of Strawberry Juice Stored Under Non-Isothermal Conditions. *LWT- Food Science and Technology* 43: 590-595.
- Faridah, D.N., S. Yasni., A. Suswatinah dan G.W. Aryani. 2013. Pendugaan umur simpan dengan metode accelerated shelf life testing pada produk bandrek instan dan sirup buah pala (*Myristica fragrans*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 18(3): 144-153.
- Food and Drug Administration. 2008. A Food Labeling Guide. Appendix B: Additional Requirement For Nutrient Contents Claim.
- Gimenes, A., P. Varela, A. Salvador, G. Ares, S. Fiszman and L. Garitta. 2007. Shelf life estimation of brown pad bread: A consumer approach. *Food Quality and Preference* 18: 196-204.
- Goncalves, E.M., M. Abreu, T.R.S. Brandao and C.L.M. Silva. 2011. Degradation kinetics of colour, vitamin C, and drip loss in frozen broccoli (*Brassica oleracea* L. ssp. *Italica*) during storage isothermal and non-isothermal conditions. *International Journal of Refrigeration* 34: 236-2144.
- Herawati, H. 2008. Penentuan umur simpan pada produk pangan. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 27(4): 124-130.
- Hough, G., Garitta, L., and G. Gomez. 2006. Sensory shelf life predictions by survival analysis accelerated storage models. *Food Quality and Preference* 17(6): 468-473.
- Kementerian Pertanian. 2016. Produksi buah-buahan di Indonesia 2010-2014. http://www.pertanian.go.id/ap_pages/mod/datahorti. [28 Februari 2016].
- Koswara, S dan F. Kusnandar. 2004. Studi kasus pendugaan umur simpan produk pangan. Pelatihan Pendugaan Waktu Kadalursa Bahan dan Produk Pangan. Bogor, 1-2 Desember 2004.
- Laorko, A., S. Tongchitpakdee, and W. Youravong. 2013. Storage quality of pineapple juice non-thermally pasteurized and clarified by microfiltration. *Journal of Food Engineering* 116: 554-561.
- Leizerson, S and E. Shimoni. 2005. Stability and sensory shelf life of orange juice pasteurized by continuous ohmic heating. *Journal Agricultural Food Chemistry* 53:4012-4018.
- Leong L.P dan G.Shui. 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruit in Singapore markets. *Food Chemistry* 76: 69-75.
- Lu.X.,D. Sun,Y. H Li,W. Shi, and G. M Sun. 2011. Pre and post harvest salysic acid treatments alleviate internal browning and maintain quality of winter pineapple fruit. *Scientia Horticulture* 130(20): 97-101.
- Murdianto, W. dan H. Syahrumsyah. 2011. Pengaruh natrium bikarbonat terhadap kadar vitamin C, total padatan terlarut dan nilai sensoris dari sari buah nanas berkarbonasi. *Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Mulawarman* 8(1):1-5.
- Polydera, A.C., N. G. Stoforos and P.S. Taoukis. 2003. Comparative shelf life study and vitamin C loss kinetics in pasteurised and high pressure processed reconstituted orange juice. *Journal Of Food Engineering* 60: 21-29.
- Rachmawati, R., M.R. Deviani dan N.L. Suriani. 2009. Pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap kandungan vitamin C pada cabai rawit putih (*Capsicum frutescens*). *Jurnal Biologi* XIII(2): 36-40.
- Sabari, S., Suyanti dan Sunarmani. 2006. Tingkat kematangan panen buah nenas sampit untuk dikonsumsi segar dan selai. *Jurnal Hortikultura* 16(3): 258-265.
- Safaryani, N., S. Haryanti dan E.D. Hastuti. 2007. Pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap penurunan kadar vitamin C brokoli (*Brassica oleracea* L). *Buletin Anatomi dan Fisiologi* XV (2): 39-46.
- Setyadjit., A. Mustafa., D. Sumangat., W. Haliza dan A. Suryani. 2011. Pengaruh penambahan asam dan suhu penyimpanan terhadap kualitas sari kristal buah rambutan. *Jurnal Pascapanen* 8(2): 89-100.
- Sukasih, E., S. Prabawati, T. Hidayat dan M. Rahayuningsih. 2009. Optimasi kecukupan panas pada pasteurisasi santan dan pengaruhnya terhadap mutu santan yang dihasilkan. *Jurnal Pascapanen* 6(1): 34-42.

- Sukasih, E., dan Seyadjit. 2006. Uji ketahanan dan kecukupan panas terhadap inaktivasi populasi mikroba pada pasteurisasi sari buah jeruk siam. *Jurnal Pascapanen* 3(2): 77-82.
- Suyanti. 2010. Teknologi pengolahan buah-buahan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 32(1): 7-12.
- Zheng, H., and H. Lu. 2011. Use of kinetic, Weibull and PLSR models to predict the retention of ascorbic acid, total phenols and antioxidant activity during storage of pasteurized pineapple juice. *LWT-Food Science and Technology* 44: 1273–1281.